

**ANALISA LEMBARAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK IJUK MESH  
40 MENGGUNAKAN MATRIK KARET ALAM DENGAN VARIASI  
KOMPOSISI SERBUK IJUK 0 PHR, 10 PHR, 20 PHR TERHADAP DAYA  
SERAP RADIASI SINAR GAMMA**



**PUBLIKASI ILMIAH**

Disusun Sebagai salah satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

**ARIF ADI WIBOWO**

**NIM : D 200100076**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISA LEMBARAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK IJUK MESH 40  
MENGUNAKAN MATRIK KARET ALAM DENGAN VARIASI KOMPOSISI  
SERBUK IJUK 0 PHR, 10 PHR, 20 PHR TERHADAP DAYA SERAP RADIASI  
SINAR GAMMA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh :

**ARIF ADI WIBOWO**

**D 200 100 076**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Masyrukan, ST, MT**

**NIK. 665**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA LEMBARAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK IJUK MESH 40  
MENGUNAKAN MATRIK KARET ALAM DENGAN VARIASI KOMPOSISI  
SERBUK IJUK 0 PHR, 10 PHR, 20 PHR TERHADAP DAYA SERAP RADIASI  
SINAR GAMMA**

**OLEH**

**ARIF ADI WIBOWO**

**D 200 100 076**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik Mesin**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**• Pada hari Kamis, 28 Juli 2016**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**• Dewan Penguji:**

**1. Masyrukan, ST, MT.**

**(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2. Dr. Tri Widodo B, R**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

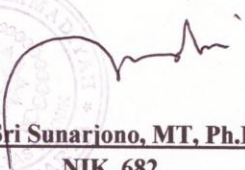
(.....)

**3. Dr. Joko Sedyono**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

**Dekan,**

  
**Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Juli 2016

Penulis



**ARIF ADI WIBOWO**

**D 200100076**

**ANALISA LEMBARAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK IJUK  
MESH 40 MENGGUNAKAN MATRIK KARET ALAM DENGAN  
VARIASI KOMPOSISI SERBUK IJUK 0 PHR, 10 PHR, 20 PHR  
TERHADAP DAYA SERAP RADIASI SINAR GAMMA**

**Arif Adi Wibowo, Masyrukan, Tri Widodo B, R**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta  
Email : [ariph.adi46.w@gmail.com](mailto:ariph.adi46.w@gmail.com)

**ABSTRAKSI**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar daya serap radiasi sinar gamma terhadap komposit partikel ijuk mesh 40 dengan matrik karet. Proses pembuatan komposit diawali dengan persiapan bahan yang akan digunakan, yaitu: serat ijuk, lateks I radiasi 60 %, Zno, ZDEC, Ionol, sulfur. Ijuk digunakan sebagai filler, awalnya dari serat, ijuk tersebut dibuat menjadi serbuk tanpa perlakuan (treatment) yang bisa merubah sifat ijuknya sendiri.*

*Kompon yang dibuat ada 3 variasi untuk pembandingnya. Yang membedakan komposisi partikel ijuk, ijuk 0 PHR, ijuk 10 PHR dan ijuk 20 PHR. Pada pembuatan kompon, bahan kimia yang digunakan sebelumnya dilakukan dispersi terlebih dahulu supaya zat-zat kimia tersebut bersifat homogen. Pendispersian dilakukan 24 jam dan untuk sulfur 48 jam. Pencampuran bahan komposit dilakukan pada sebuah gelas dan diaduk selama 15 menit kemudian di tuang pada cetakan dengan dimensi yang sudah ditentukan. Proses selanjutnya vulkanisasi dengan menggunakan oven dan dipanaskan pada suhu 90° dalam waktu 1 jam.*

*Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kandungan partikel ijuknya maka akan semakin tinggi juga nilai daya serapnya.*

**Kata kunci : Serat Ijuk, Lateks I radiasi 60%, Variasi komposisi, sinar gamma**

**ABSTRACT**

*The purpose of this study is to determine how much gamma ray radiation absorption of the composite particles of 40 mesh fibers with a rubber matrix. Composite manufacturing process begins with the preparation of materials to be used, namely: palm fiber, latex I radiation 60%, ZnO, ZDEC, Ionol, sulfur. Fibers*

*are used as filler, originally from the fibers, the fibers are made into powder without treatment (treatment) that could change the nature of its own.*

*Compound made there are 3 variations for comparison. What distinguishes the particle composition fibers, fibers 0 PHR, fibers 10 PHR and 20 PHR fibers. In the manufacture of compounds, chemicals used previously done dispersion in advance so that the chemicals are homogeneous. Dispersion is carried out 24 hours and 48 hours to sulfur. Mixing of composite materials made on a glass and stirred for 15 minutes then pour in the mold with the dimensions specified. The next process of vulcanization by using an oven and heated at a temperature of 90°C within 1 hour.*

*The test results can be concluded that the higher the content of particles fibers, the higher also the value of the power absorbed.*

**Keywords: Fibers, Latex I radiation 60%, variation of composition, gamma rays**

## **1. PENDAHULUAN**

Kebanyakan teknologi modern memerlukan bahan dengan kombinasi bahan guna memperoleh sifat-sifat yang luar biasa. Perkembangan komposit tidak hanya komposit sintetis saja tetapi juga mengarah ke komposit natural dikarenakan lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami. Manusia sejak jaman dahulu telah berusaha menciptakan berbagai produk yang terdiri dari gabungan lebih dari satu bahan untuk menghasilkan suatu bahan yang lebih kuat. Suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda beda dikatakan sebagai bahan komposit. Di antara barang jadi karet tersebut, yang paling tinggi kandungan karetnya yaitu diatas 90% adalah barang jadi karet dari lateks. Di samping itu umumnya industri barang jadi karet dari lateks dikerjakan oleh industri kecil dan menengah, karna tidak memerlukan teknologi yang canggih. Hal ini merupakan peluang dari masyarakat Indonesia untuk mengembangkan industri barang jadi karet dari lateks yang memiliki jumlah cukup potensial.

Dalam pemakaian material komposit ini, dilakukan penelitian seberapa jauh sinar gamma akan menembus lembaran komposit dengan bahan pengisi yaitu serbuk ijuk. komposisi serbuk ijuk 0 PHR, 10 PHR, 20 PHR dan ukuran serbuk ijuk mesh 40, yang nantinya lembaran komposit akan dibuat sebagai rompi untuk menahan radiasi sinar gamma. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk rompi penahan radiasi sinar gamma atau radiasi nuklir serta memberikan informasi dalam bidang komposit karet alam dengan bahan pengisi berupa serbuk ijuk, sehingga kedepan informasi ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Kristiyanti, 2005. Menjelaskan bahwa apron yang telah dilakukan terdahulu walaupun telah memenuhi standar SNI 18-6478- 2000 : Apron Proteksi Radiasi Sinar-X, namun terasa masih terlalu tebal, sehingga kurang nyaman dipakai. Karena mempunyai hasil verifikasi perhitungan untuk ketebalan 0,18 cm ini diharapkan bisa didapatkan apron yang lebih tipis, tetapi masih memenuhi persyaratan yaitu mampu menyerap radiasi sinar- X sesuai dengan standar yang diacu dan nyaman dipakai. Dari hasil verifikasi perhitungan apron pengulangan yang dilakukan, maka didapat ketebalan komposit yang lebih tipis dengan merubah komposisi komposit yaitu 350 pphr, 450 pphr dan 600 pphr yang setara dengan pelat Pb dengan tebal 0,5 mm, 0,35 mm, 0,25 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan teoritis dapat digunakan untuk pedoman fabrikasi apron.

Kristiyanti, (2011) Melakukan penelitian tentang perisai radiasi yang terbuat dari komposit dengan komposisi karet cair timbale oksida akan lebih nyaman digunakan bila digunakan, karena sifat fisik lentur ringan tetapi masih memenuhi criteria dari proteksi radiasi. Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka perlu ditentukan tebal komposit yang akan digunakan. Telah dibuat komposit dengan komposisi 300 phr dari lateks cair, timbal oksida dan tebal 2 mm. Komposit tersebut akan digunakan sebagai perisai radiasi yang menggunakan sinar x dengan energy 100 keV. Pengujian Daya Serap (DS) komposit terhadap radiasi menggunakan pengukur radiasi yaitu detector *Geiger Muller* (GM) dengan sumber radiasi gamma.

## 3. LANDASAN TEORI

### a. Komposit

Definisi dari komposit dalam lingkup ilmu material merupakan gabungan antara dua buah material atau lebih yang digabung pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fibre*) sebagai *reinforcement* atau penguat dan bahan pengikat serat yang disebut dengan matriks. Unsur utama dari bahan komposit adalah serat, serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain. Serat berfungsi untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, sedangkan matrik berfungsi untuk mengikat serat, melindungi, dan meneruskan gaya antar serat. Ronal F. Gibson, 1994. *Priciple of composite material mechanics*.

### b. Serat Ijuk

Penguat serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan penguat pembentuknya. Ijuk aren disamping penggunaannya untuk sapu, sikat, tali, atap, saringan ijuk, juga sangat banyak

keistimewaan dari serat ijuk, tapi hanya satu bagian yang di uraikan yaitu ijuk sebagai perisai radiasi nuklir. Telak dilakukan modifikasi serat ijuk dengan radiasi sinar x dengan lama radiasi yang berbeda. Perbedaan lama radiasi menyebabkan perubahan derajat serat ijuk. Serat ijuk yang dimodifikasi dipergunakan sebagai penguat pada papan komposit serat ijuk dengan matrik resin polyester. Papan ini dipergunakan sebagai perisai terhadap radiasi sinar nuklir, orientasi serat yang berbeda dan modifikasi serat ijuk pada papan komposit tidak mempengaruhi daya serapnya terhadap radiasi sinar nuklir. Fraksi berat serat mempengaruhi koefisien serapan papan ijuk terhadap radiasi sinar nuklir. Dengan fraksi berat 40% koefisien serapan papan ijuk terhadap sinar nuklir lebih tinggi daripada aluminium.

### **c. Matrik**

Matrik dalam bahan komposit berperan sebagai pengikat dan penguat bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya

Fungsi matrik sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Pada komposit serat matriks yang digunakan adalah lateks (karet alam). Karna lateks sebagai matriksnya atau bahan pengikatnya berupa cairan maka bahan kimia yang merupakan bahan pembantu ini, harus juga berupa cairan, yang di sebut dengan istilah dispersi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan campuran yang homogen.

### **d. Bahan Kimia**

Pembuatan kompon karet adalah ilmu dan seni untuk menyeleksi dan mencampur jenis karet mentah dan jenis – jenis bahan kimia karet, sehingga diperoleh kompon karet yang setelah dimasak dapat dijadikan barang jadi karet dengan sifat – sifat fisik yang dibutuhkan. Pada pembuatan kompon karet ada 3 faktor yang perlu di perhatikan yaitu: sifat kompon, karakteristik pengolahan, dan harga, kompon karet selain karet mentah pada umumnya mengandung 8 atau lebih jenis bahan kimia karet. setiap jenis bahan kimia tersebut memiliki fungsi spesifik dan mempunyai pengaruh terhadap sifat, karakteristik pengolahan, dan harga dari kompon karetnya, bahan kimia tersebut adalah:

#### **1. Bahan pemvulkanisasi**

Adalah bahan kimia yang dapat bereaksi dengan gugus aktif dalam molekul karet membentuk ikatan silang tiga dimensi, bahan pemvulkanisasi yang pertama dan paling umum digunakan adalah belerang (sulfur)

#### **2. Bahan pencepat**

Adalah bahan kimia yang digunakan dalam jumlah sedikit bersama – sama dengan belerang untuk mempercepat reaksi vulkanisasi bahan pencepat yang digunakan berupa satu atau dari dua atau lebih pencepat, salah satu bahan pencepat yaitu bahan pencepat sekunder dithiokarbonat (sangat cepat), contoh ZDEC.

#### **3. Bahan penggiat**

Adalah bahan kimia yang ditambahkan kedalam sistim vulkanisasi dengan pencepat untuk menggiatkan kerja pencepat, penggiat yang paling umum digunakan adalah kombinasi antara ZnO dengan asam stearat.



4. Bahan *antidengradant*

Adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai anti ozonan dan anti oksidan, yang melindungi bahan jadi karet dari pengusangan dan meningkatkan usia penggunaannya, contoh :wax (anti ozonan), senyawa amina dan senyaw turuna fenol (ionol).

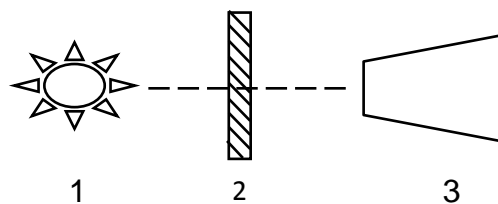
5. Bahan pelunak

Adalah bahan yang berfungsi untuk melunakkan karet mentah agar mudah diolah menjadi komponkaret , jenis bahan pelunak antara lain jenis aromatic.

**e. Pengujian RadiasiSinarGamma**

Pengujian radiasi sinar gamma ini untuk mengetahui daya serap dari komposit karet alam berpengisi serbuk ijuk terhadap radiasisinar gamma. Adapun hasil daya serap dari komposit karet akan terlihat dari grafikpengujiannya.Dalam pengujian radiasi sinar gamma menggunakan SNI 18 – 6478 – 2000, dan jurnal Kristiyanti, Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir BATAN ( 2011).dan untuk ukuran specimen menggunakan SNI 06 – 6041-1999 dan jurnal kristiyanti BATAN (2005). Komposit yang dibuat berupa sempel dengan ukuran panjang x lebar = 15 cm x 15 cm, tebal 0,30 cm dan mempunyai komposisi serbuk ijuk 0 phr, 15phr, dan 25phr.

Pengujian radiasi sinar gamma dilakukan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 1. Pengujian Radiasi Sinar Gamma

Keterangan :

1. Sumber radiasi
2. Perisai radiasi
3. Detektor

Untuk mengubah per handred rubber (phr) menjadi gram pada komposisi komposit menggunakan rumus yang diasumsikan :

$$W = \frac{x}{\sum x} xw$$

Dimana:

W = Berat komposisi bahankompon.

X = phr setiap bahan komposit.

$\sum X$  = Total phr bahan kompon.

w = Berat kompon yang akan dibuat (gr).

Untuk mencari nilai  $\chi^2$  pada setiap pengujian di dapat rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum I}{N}$$
$$\chi^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{\bar{X}}$$

Dimana:

$X_i$  = Nilai setiap pengukuran.

$\bar{X}$  = Nilai rata – rata setiap spesimen.

N = Banyaknya pengujian

$$DS = \frac{I_0 - I}{I_0} \times 100\%$$

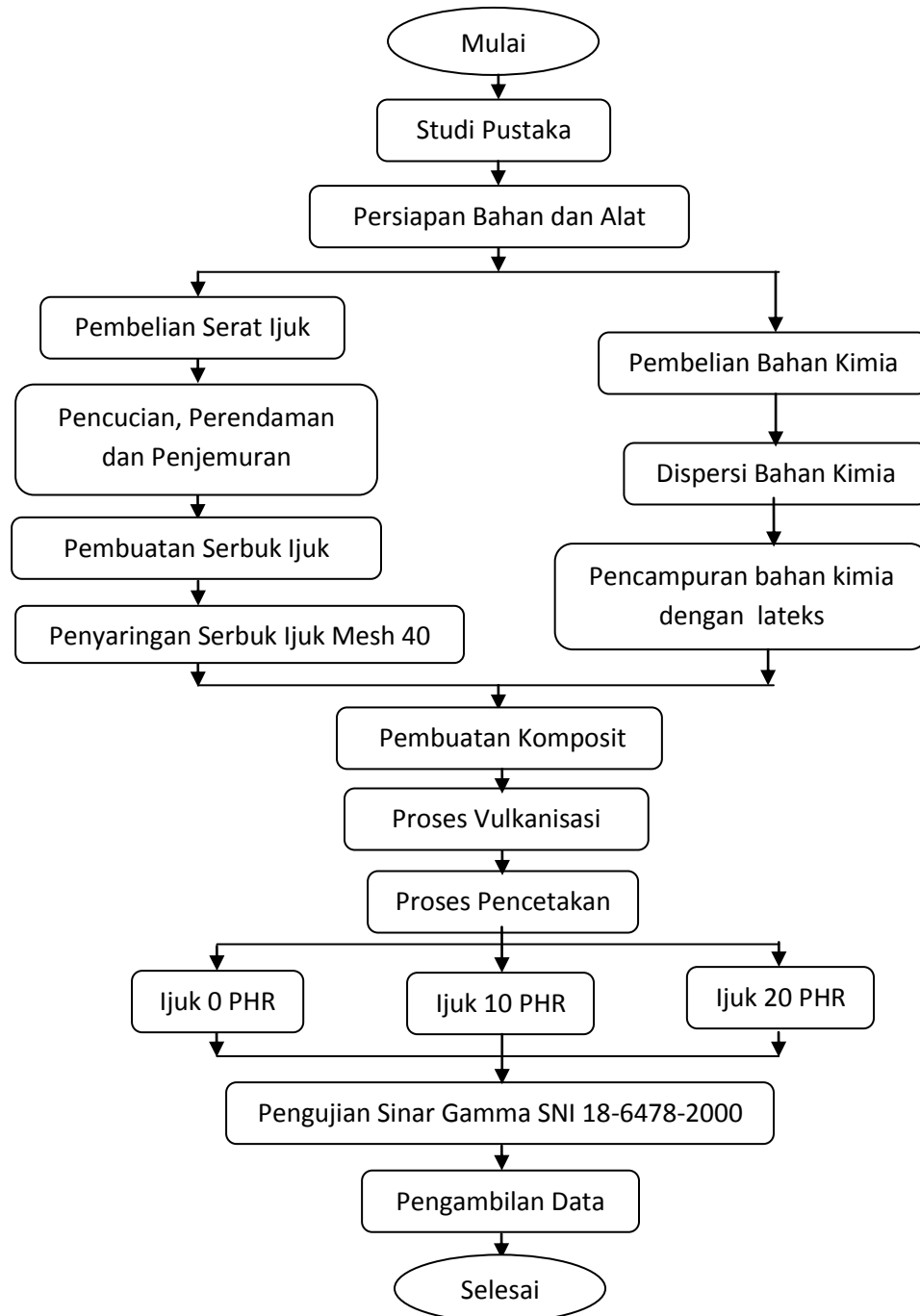
Dimana :

DS = daya serap (%)

$I_0$  = intensitas paparan radiasi sebelum melewati perisai.

I = intensitas paparan radiasi sesudah melewati perisai

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

**a. Bahan Penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

a. Serat Ijuk



**Gambar 3.** Serat Ijuk

b. Lateks Pekat KKK 60%



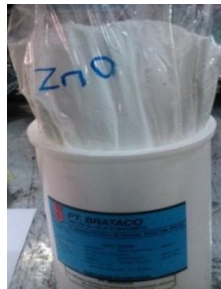
**Gambar 4.** Lateks Pekat

c. Sulfur



**Gambar 5.** Sulfur

d. ZnO ( Zinc Oxide)



**Gambar 6.** ZnO( Zinc Oxide)

e. ZDEC (Zinc Diethyl dithio Carbamate)



**Gambar 7.** ZDEC (Zinc Diethyl dithio Carbamate)

f. Ionol



**Gambar 8.** Ionol

g. Darvan



**Gambar 9.** Darvan

**b. Alat Penelitian**

a. Alat Roll



**Gambar 10.** Alat Roll

b. Saringan Mesh



**Gambar 11.** Saringan Mesh

c. Timbangan Digital



**Gambar 12.** Timbangan Digital

d. Tabung Dispersi



**Gambar 13.** Tabung Dispersi

e. Butiran Keramik



**Gambar 14.** Butiran Keramik

f. Mesin Agritator



**Gambar 15.** Mesin Agritator(BBKPP Yogyakarta, 2016)

g. Oven



**Gambar 16.** Oven

g. Gelas



**Gambar 17.** Gelas

h. Cetakan



**Gambar 18.** Cetaka

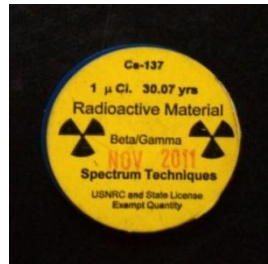
**c. Alat Pengujian**

**a. Detector**



**Gambar 19. Detector**

**b. Sumber Radiasi**



**Gambar 20. Sumber Energi**

**c. Sistem Pencacah Geiger Muller**



**Gambar 21. Sistem Pencacah Geiger Muller**

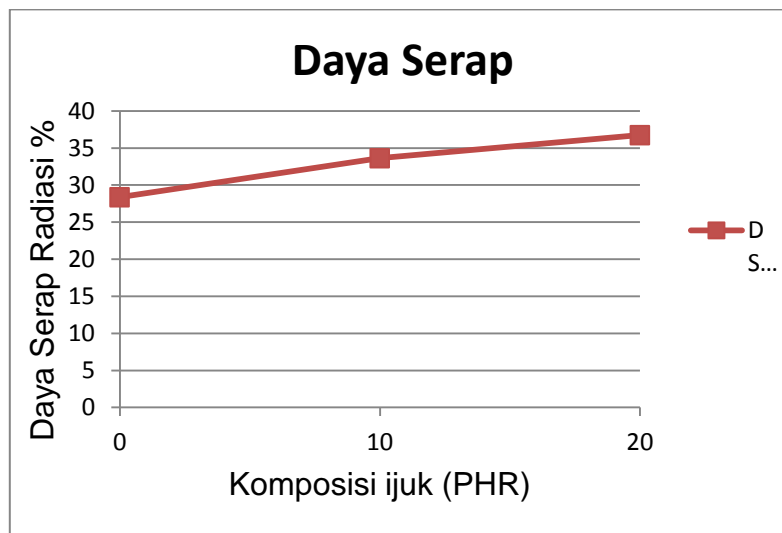


## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Nilai Intensitas Radiasi Sinar Gamma

**Tabel 1.** Nilai Intensitas Radiasi Sinar Gamma

Komposisi Serbuk Ijuk (PHR)	Sebelum Melewati Perisai $I_0$	Sesudah melewati perisai $I$	Daya Serap DS (%)
0	177,3	127	28,37
10	177,3	117,7	33,63
20	177,3	112,1	36,76



**Gambar 22.** Grafik Hubungan Intensitas Radiasi dan Komposisi Ijuk (phr)

### b. Pembahasan Hasil Pengujian Radiasi Sinar Gamma

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai intensitas radiasi sebelum ada perisai tetap yaitu 177,3. Setelah melewati perisai yang komposisi ijuk 0 phr nilai intensitasnya 127; komposisi ijuk 10 phr nilai intensitasnya 117,7 dan komposisi ijuk 20 phr nilai intensitasnya 112,1. Itu berarti semakin besar komposisi ijuhnya semakin kecil intensitas radiasi sinar gamma yang melewati perisai. Hal itu terjadi karena intensitas yang masuk perisai terhalangi oleh komposisi dari partikel ijuk tersebut.

### **c. Pembahasan Nilai Daya Serap (DS)**

Dari nilai yang didapat daya serap pada setiap komposisi, setiap variasi diambil satu data yang paling terbesar daya serapnya, untuk variasi komposisi serbuk ijuk 0 phr diperoleh daya serap 28,37 %, untuk variasi komposisi serbuk ijuk 10 phr diperoleh daya serap 33,63 %, untuk variasi komposisi serbuk ijuk 20 phr diperoleh daya serap 36,76 %.

## **6. PENUTUP**

### **a. Kesimpulan**

Dari hasil analisa, pengujian komposit dan pembahasan data yang diperoleh, maka dapat ditarik suatu kesimpulan yaitu :

1. Terlihat dari grafik dan histogram hubungan antara daya serap dengan variasi komposisi dapat disimpulkan bahwa besarnya komposisi serbuk ijuk akan mempengaruhi besar daya serap terhadap radiasi sinar gamma.
2. Nilai daya serap tertinggi komposit terhadap radiasi sinar gamma terjadi pada komposit serbuk ijuk 20 PHR sebesar 36,76%. Sedangkan nilai daya serap terendah komposit terhadap radiasi sinar gamma terjadi pada komposit serbuk ijuk 0 PHR sebesar 28,37%.

### **b. Saran**

Dari hasil pengujian yang telah dibahas dengan berbagai kekurangannya maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada proses pembuatan, serbuk ijuk harus dilakukan pencucian secara bersih supaya pada saat menjadi serbuk ijuk tidak tercampur dengan debu.
2. Pada saat pembuatan cetakan baiknya cetakan dilebihkan panjang, lebar, dan tinggi dengan ukuran spesimen, karena spesimen akan menyusut ketika kering.
3. Alas cetakan harus rata supaya komposit bisa merata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Iskandar, Nurfajri. 2000. *Serat Ijuk Sebagai Pengganti Serat Glass Dalam Pembuatan Komposit Fiberglass*.
- Abu Hasan, Rocmadi, Hary Sulisty and Suharto Honggo Kusumo, 2010, “*The influence of Mastication to Curing Characteristic of Natural Rubber and Physical Properties of Its Vulcanizates*”.
- Darmawi, M., Mahyudin. 2013. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Papan Komposit Semen Gypsum*.
- Gibson, R.F., 1994., “*Principle Of Composite Material Mechanic*”. McGraw-Hill International Book Company, New York.
- Ismail. 2001. *Definisi Karet Alam*.
- Kristiyanti. 2005. *Penentuan Daya Serap Apron Dari Komposit Karet Alam Timbal Oksida Terhadap Radiasi Sinar x. Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir-BATAN*.
- Kristiyanti, Tri Harjanto. 2011. *Metode Penentuan Daya Serap Perisai Radiasi Untuk Gonad Dari Komposit Lateks Cair Timbal Oksida*.
- Prayitno, G. 2009. *Perhitungan Ketebalan Bahan Komposit Karet Alam Timbal Oksida Untuk Proteksi Radiasi Sinar-X 100 KeV*.
- Pusdiklat BATAN, 2004, “Proteksi Radiasi”,  
[URL:http://ansn.bapeten.go.id/?modul=topic&findDoc=proteksi+radiasi&menu=item&topicid=&shw=1&did=23](http://ansn.bapeten.go.id/?modul=topic&findDoc=proteksi+radiasi&menu=item&topicid=&shw=1&did=23) (Diakses 2016).
- Rabindra Mukhopadhyay, Sadhan K. De, S.N. “*Chakraborty Effect of vulcanization temperature and vulcanization systems on the structure and properties of natural rubber vulcanizates Polymer*” Volume 18, Issue 12, December 1977, Pages 1243–1249
- R.M. Jones, 1975, *Mechanics of Composite Material*, McGraw-Hill  
kagakusha,LTD,Wangsithon D.C

Setyamidjaja. 1993. *Proses Pengolahan Karet Alam atau Lateks*.

Sitepu, M. Dkk. 2006. *Modifikasi Serat Ijuk Dengan Radiasi Sinar Gamma Suatu Studi untuk Perisai Radiasi Nuklir*.

Widyawati. 2011. *Keistimewaan Serat Ijuk*.